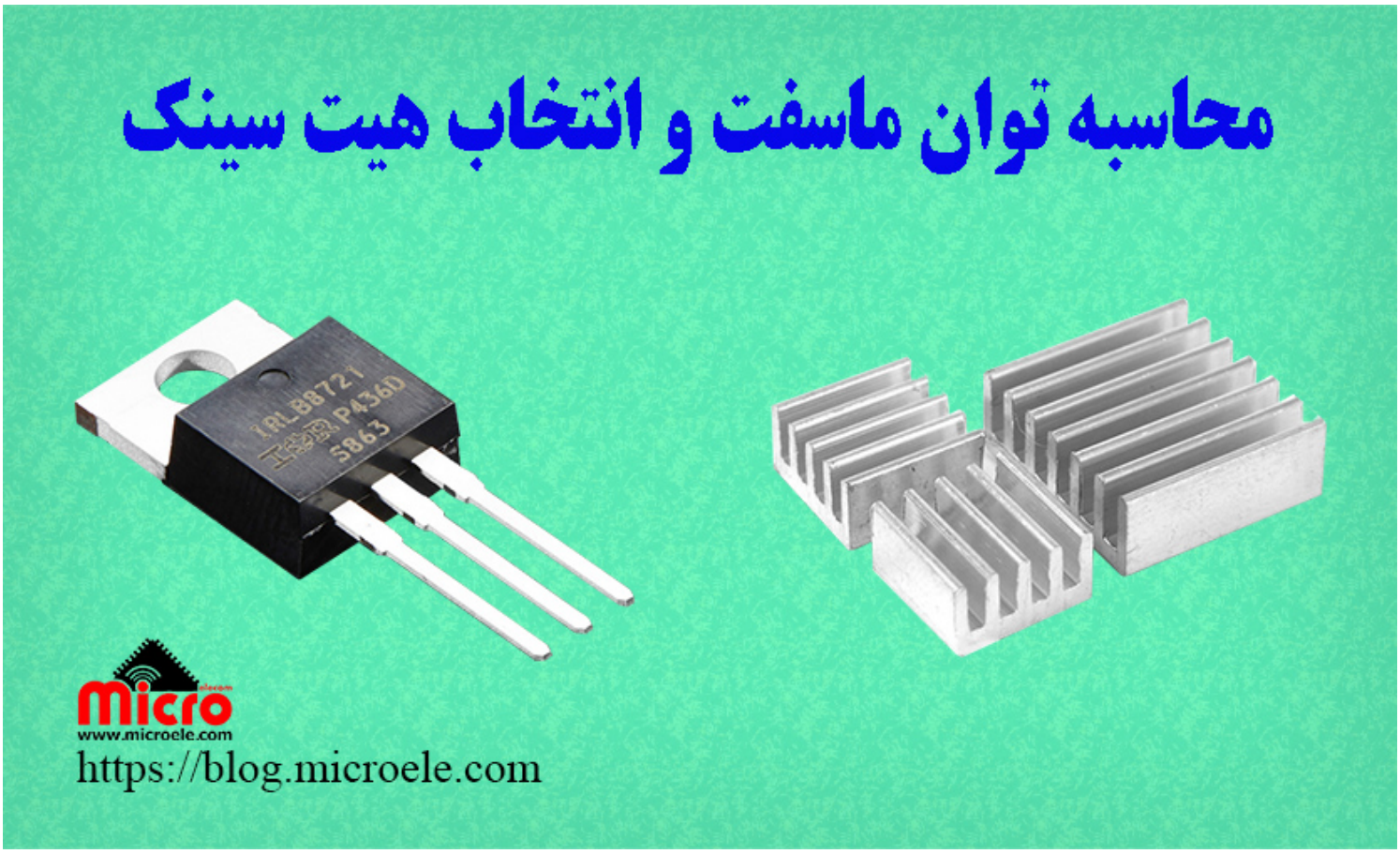
محاسبه توان ماسفت و چه زمانی ماسفت هیت سینک نیاز دارد؟



تاریخ انتشار۱۱ مرداد, ۱۴۰۰ توسط محمد جواد رشیدیانفر

سلام به همه مایکروالکامی ها. هیت سینک یا گرما گیر قطعه ای هست که برای دمپ حرارتی و کاهش حرارت قطعه بوسیله تبادل حرارتی با محیط استفاده می‌شود. قطعا نمونه هیت سینک را در رگولاتور ها، ترازنیستور های قدرت و سایر قطعات که نیاز به کاهش دمای آنها باشد دیده اید. در این مطلب نحوه محاسبه توان ماسفت و اینکه آیا ماسفت ما نیاز به هیت سینک دارد یا خیر را بررسی خواهیم کرد. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید. همچنین شما میتونید سایر مطلب من رو از این قسمت مطالعه کنید.

هیت سینک

هیت‌سینک قطعه ای است که از آن برای تبادل حرارتی قطعات با محیط استفاده می‌شود. این امر باعث کاهش قابل توجه حرارت و دمای قطعه خواهد شد. همه قطعات الکترونیکی پارامتری به نام حداکثر دمای کاری دارند که چنانچه این دما کنترل نشود و از حد مجاز بیشتر شود، قطعا به آن قطعه یا المان آسیب خواهد رسید. یکی از راه های کاهش حرارت تولیدی توسط قطعات، استفاده از هیت سینک می‌باشد. این عمل بوسیله تبادل حرارتی قطعه با محیط انجام خواهد گرفت.

تصویر یک نمونه هیت سینک

مقاومت R_{DS} و محاسبه توان ماسفت

بین درین و سورس ماسفت یک مقاومت داخلی تحت عنوان $R_{DS(ON)}$ یا مقاوت درین سورس وجود دارد. مقدار این مقاومت در دیتاشیت ماسفت مورد استفاده خود وجود دارد. به دیتا شیت ماسفت IRLZ34 توجه کنید. مقدار R_{DS} برای این ماسفت، بیان شده است. این مقاومت دارای مقدار خیلی کم در حد میلی اهم است اما دقت کنید که صفر نیست.

همانطور که در تصویر زیر قابل مشاهده است، به ازای 2 مقدار V_{GS} دو مقاومت $R_{DS(ON)}$ وجود دارد. از آنجا که ولتاژ گیت سورس (V_{GS}) این ماسفت کمتر یا مساوی 5 ولت هست، به اسم ماسفت لاجیک لول (Logic Level MOSFET) شناخته می‌شود. پس از آنجا که این ولتاژ کم است، براحتی میتوان این ماسفت را با میکروکنترلر یا پایه های GPIO کنترل کرد. نحوه انجام این کار در مطالب قبلی دکر شده است.

SPECIFICATIONS (T_J = 25 °C, unless otherwise noted)

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS		MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Static							
Drain-Source Breakdown Voltage	V_{DS}	V_{GS} = 0 V, I_D = 250 µA		60	-	-	V
V_{DS} Temperature Coefficient	$\Delta V_{DS}/T_J$	Reference to 25 °C, I_D = 1 mA		-	0.070	-	V/°C
Gate-Source Threshold Voltage	$V_{GS(th)}$	V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250 µA		1.0	-	2.0	V
Gate-Source Leakage	I_{GSS}	V_{GS} = ± 10 V		-	-	± 100	nA
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	V_{DS} = 60 V, V_{GS} = 0 V		-	-	25	µA
		V_{DS} = 48 V, V_{GS} = 0 V, T_J = 150 °C		-	-	250	
Drain-Source On-State Resistance	$R_{DS(on)}$	V_{GS} = 5.0 V	I_D = 18 A[b]	-	-	0.050	Ω
		V_{GS} = 4.0 V	I_D = 15 A[b]	-	-	0.070	
Forward Transconductance	g_{fs}	V_{DS} = 25 V, I_D = 18 A[b]		12	-	-	S

مقاومت درین_سورس (RDS(ON)) ماسفت

محاسبه توان مصرفی ماسفت

تا اینجا به بررسی ماسفت های لاجیک لول و مقاومت $R_{DS(ON)}$ پرداخته شد. برای اینکه بفهمیم ماسفت مورد استفاده ما به هیت سینک نیاز دارد یا خیر، باید توان مصرفی و حرارت ایجاد شده آن محاسبه و بررسی شود. در صورتی که حرارت تولید شده خیلی نزدیک به حداکثر دمای مجاز یا از آن بیشتر بود حتما باید از هیت سینک استفاده شود تا از آسیب رسیدن به ماسفت جلوگیری شود.

میتوان با جایگذاری مقدار $R_{DS(ON)}$ در فرمول محاسبه توان ($P=R.I^2$)، توان ترانزیستور را محاسبه کرد.

$$P=R_{DS(ON)}.I^2$$

بعنوان مثال فرض کنید میخواهیم بار خود را با ماسفت درایو کنیم. بار ما جریان مصرفی آن 2 آمپر است. پس توان ماسفت طبق مراحل زیر محاسبه خواهد شد.

$$P=R_{DS(ON)}.I^2 \text{ ---> } P=0.050x2^2 \text{ ---> } P=200mW$$

بررسی پارامتر های مورد نیاز از دیتاشیت

برای اینکه بفهمیم برای ماسفت به هیت سینک نیاز هست یا خیر به پارامتر هایی دیگری که از دیتاشیت قابل مشاهده است نیاز است. اولین پارامتر مورد نیاز این هست که بدانیم ماسفت ما در هر وات توان مصرفی چند درجه سانتی گراد دما یا حرارت تولید می‌کند. برای این مورد پارامتر زیر را در دیتاشیت بررسی میکنیم.

طبق دیتاشیت ماسفت IRLZ34، حرارت تولیدی به ازای هر وات توان مصرفی برابر با 62 درجه سانتی گراد است. **در برخی از دیتاشیت ها این پارامتر را نیز بصورت RθJA نوشته شده است.**

پس طبق اطلاعات دیتاشیت به ازای هر وات توان مصرفی، 62 درجه سانتی گراد توسط ماسفت حرارت تولید می‌شود.

THERMAL RESISTANCE RATINGS				
PARAMETER	SYMBOL	TYP.	MAX.	UNIT
Maximum Junction-to-Ambient	R_{thJA}		62	°C/W
Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	R_{thCS}	0.50	-	
Maximum Junction-to-Case (Drain)	R_{thJC}	-	1.7	

پارامتر حرارت تولیدی به ازای هر وات توان مصرفی ماسفت

بعد از بررسی این پارامتر باید حداکثر دمای قابل تحمل ماسفت نیز بررسی شود. معمولا این پارامتر در قسمت ویژگی ها (Features) اول دیتاشیت ذکر می‌شود. این مقدار برای دیتاشیت ما برابر 175 درجه سانتی گراد می‌باشد. بعد از بررسی این پارامتر به سراغ محاسبات نهایی خواهیم رفت.

FEATURES

- Dynamic dV/dt Rating
- Logic-Level Gate Drive
- $R_{DS(on)}$ Specified at V_{GS} = 4 V and 5 V
- 175 °C Operating Temperature
- Fast Switching
- Ease of Paralleling
- Simple Drive Requirements
- Compliant to RoHS Directive 2002/95/EC

Available
RoHS*
COMPLIANT

حداکثر دمای قابل تحمل ماسفت *IRLZ34*

با استفاده از فرمول زیر بررسی میکنیم که اگر توان مصرفی ماسفت ما بیشتر از این توان شد، نیاز به هیت سینک داریم یا خیر. در فرمول زیر پارامتر TA همان دمای محیط است که 25 درجه سانتی گراد آن را فرض می‌کنیم. پارامتر TJ(Max) همان حداکثر دمای قابل تحمل ماسفت و پارامتر RθJA نیز همان حرارت ایجاد شده برحسب هر وات توان مصرفی توسط ماسفت می‌باشد.

$$PD = \frac{Tj(Max) - TA}{R\theta JA}$$

فرمول محاسبه توان

انجام محاسبات

با قرار دادن مقادیر در فرمول بالا، حداکثر توان یا P_D بدست خواهد آمد. طبق محاسبات زیر، توان برابر 2.41W شد. در صورتی که توان مصرفی در اثر اتصال بار به ماسفت رخ می‌دهد، بیشتر از 2.41 وات شد، باید به ماسفت هیت سینک متصل شود تا حرارت تولیدی ماسفت کاهش پیدا کرده و آسیب نبیند. طبق محاسباتی که در بالا انجام شد، توان مصرفی ماسفت برابر با P=200mW شد. از آنجا که این توان به مراتب کمتر از حداکثر توان (2.41W) محاسبه شده است، پس نیازی به هیت سینک نداریم. چناچه مقدار توان مصرفی (P) محاسبه شده بیشتر یا نزدیک P_D بود باید حتما از هیت سینک مناسب استفاده شود.

$$PD = \frac{175-25}{62} \rightarrow PD = 2,41$$

محاسبه توان

نکته مهم: در محاسبات بالا، مقدار TA برابر 25 درجه در نظر گرفته شد. این نکته مهم را در نظر بگیرید که دما محیط اطراف قطعه 25 درجه یا نیست یا بیشتر است. پس در طراحی های خود به این نکته مهم دقت لازم را داشته باشید. پس همواره به استفاده هیت سینک برای ماسفت خود دقت لازم را داشته باشید و از هیت سینک استفاده نمایید. پارامتر های دیتاشیت تحت شرایط خاصی مثلا همین دمای اتاق (25 درجه) و... اندازه گیری و رائه شده اند.

نتیجه گیری

در این مطلب نحوه محاسبه توان مصرفی و بررسی حداکثر دمای قابل تحمل ماسفت مورد بررسی قرار گرفت. همچنین ماسفت های لاجیک لول نیز بصورت اجمالی معرفی شدند. در این مطلب فهمیدیم که چه موقعی برای ماسفت مورد استفاده خود باید هیت سینک استفاده شود تا از آسیب به آن جلوگیری شود.

امیدوارم که این مطلب مورد رضایت شما قرار گرفته باشد. چنانچه در این خصوص سوال، نظر و یا اطلاعات و تجربه ای دارید، آن را از قسمت کامنت ها با ما در میان بگذارید تا در اسرع وقت پاسخ داده شود و از تجربیات و اطلاعات شما هم استفاده شود. همچنین ما را در پیج اینستاگرام مایکروالکام دنبال کنید.